

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-252180

(43)Date of publication of application : 14.09.2000

(51)Int.Cl. H01L 21/02  
B23Q 41/08  
H01L 21/22

(21)Application number : 11-049059

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 25.02.1999

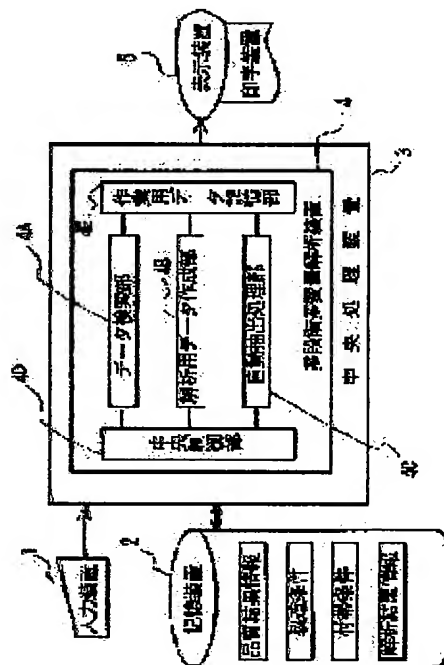
(72)Inventor : TANAKA MASAYUKI  
OGAWA KATSUYUKI  
SHIMODA RIICHI

## (54) METHOD OF EXTRACTING ABNORMALITIES DURING PROCESS AND APPARATUS THEREFOR

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method of extracting abnormalities and an apparatus therefor, which is capable of quickly extracting factors causing lowering of quality attributable to manufacturing conditions and supplementary conditions involved in a process.

**SOLUTION:** This extraction method employs an apparatus comprising an input unit 1 for inputting parameters necessary for extracting abnormalities, a storage unit 2 for storing quality result information data, manufacturing condition data, supplementary condition data, and analysis result information, a central processing unit 3 for extracting the abnormalities using multi-stage multi-variable analysis means 4, and an output unit 5 such as a display unit and a printing unit for outputting extracted results. This method implements, using the means 4, quick and automatic extraction of factors causing lowering of quality in a complicated process, such as a diffusion step involving many factors.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-252180  
(P2000-252180A)

(43) 公開日 平成12年9月14日 (2000.9.14)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I           | テマコード <sup>*</sup> (参考) |
|---------------------------|------|---------------|-------------------------|
| H 0 1 L 21/02             |      | H 0 1 L 21/02 | Z 3 C 0 4 2             |
| B 2 3 Q 41/08             |      | B 2 3 Q 41/08 | Z                       |
| H 0 1 L 21/22             |      | H 0 1 L 21/22 | Z                       |

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-49059

(22) 出願日 平成11年2月25日 (1999.2.25)

(71) 出願人 000005821  
松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地  
(72) 発明者 田中 昌行  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72) 発明者 小河 克之  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(74) 代理人 100062926  
弁理士 東島 隆治

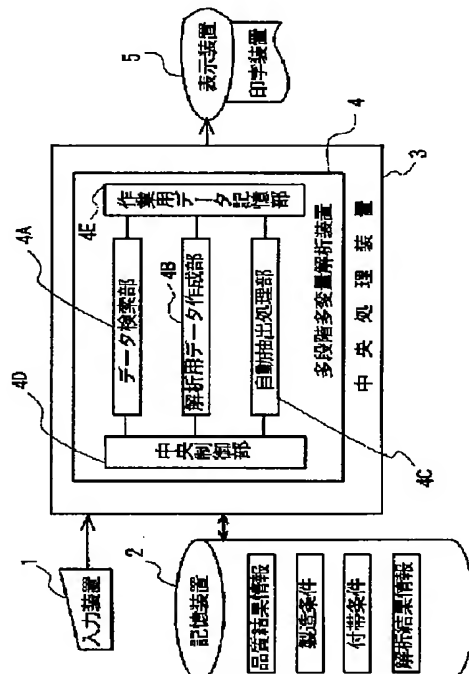
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加工プロセスにおける異常の抽出方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 加工プロセスにおける製造条件や付帯条件に起因する品質低下の要因を迅速に抽出することのできる異常の抽出方法及びその装置を提供する。

【解決手段】 異常を抽出するために必要なパラメータを入力する入力装置1と、品質結果情報データ、製造条件データ、付帯条件データ及び解析結果情報を記憶する記憶装置2と、多段階多変量解析手段4を用いて異常を抽出する中央処理装置3と、抽出結果を出力する表示装置や印字装置等の出力装置5を備える。多段階多変量解析手段4により、多くの要因を有する拡散工程等の複雑な加工プロセスにおける品質低下の要因を迅速にかつ自動的に抽出できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の製造装置を用いて製品を加工する加工プロセスにおける異常の抽出方法であって、前記加工プロセスにより加工される製品の歩留まりや電気的特性値を示す品質結果情報と、前記加工プロセスで使用される製造装置に用いる気体の圧力や流量を含む製造条件及び前記加工プロセスの各工程内の滞留時間や前記製造装置のメンテナンス時期を含む付帯条件との間の因果関係を、多段階多変量解析手法により解析する加工プロセスにおける異常の抽出方法。

【請求項 2】 前記製造条件及び前記付帯条件が不明な場合、仮の製造条件及び仮の付帯条件を用いて前記多段階多変量解析を行うことを特徴とする請求項 1 記載の加工プロセスにおける異常の抽出方法。

【請求項 3】 複数の製造装置を用いて製品を加工する加工プロセスにおける異常の抽出装置であって、製品の歩留まりや電気的特性値を示す品質結果情報データと、前記加工プロセスで使用される製造装置に用いる気体の圧力や流量を含む製造条件データと、工程内の滞留時間や前記製造装置のメンテナンス時期を含む付帯条件データとを記憶する記憶手段、及び前記記憶手段に記憶された製品の前記品質結果情報データと、前記製造条件データ及び前記付帯条件データとの間の因果関係を解析して異常を抽出する多段階多変量解析手段を備えていることを特徴とする加工プロセスにおける異常の抽出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体製造の拡散工程等の加工プロセスにおいて、その加工プロセスで用いられる製造装置に設定される気体の圧力や流量等の製造条件（以下、単に製造条件と記す）、及び工程内の滞留時間や製造装置のメンテナンス時期等のその加工に関する付帯条件（以下、単に付帯条件と記す）による製品の歩留まりの低下に対する原因の解析を行う異常の抽出方法及びその装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体製造の拡散工程等の加工プロセスにおいて、その加工プロセスで加工される製品の品質低下の要因を分析して特定する従来の方法及び装置として、特開平 10-135091 号公報に開示されているものがある。この従来の方法及び装置では、品質に影響を与える情報として、製造装置履歴、気体の圧力や流量といった製造装置に設定する製造条件、インライン測定値等の情報を主な調査対象としていた。品質低下の要因の分析方法としては、加工歩留まりや電気的特性値等の製品の品質結果情報を目的変数とし、製造装置の履歴情報、気体の圧力や流量等の製造条件、インライン測定値等の品質に影響を与える情報を説明変数として、それらの間の因果関係を多段階多変量解析手法を用いて要因を

抽出していた。

【0003】多段階多変量解析手段とは、1 回の解析の説明変数の数を一定にし、公知の変数増減法を用いて自動的に異常項目（説明変数）を絞り込む。そして、この絞り込みを複数回行い、各解析で絞り込まれた項目だけで最終の解析を行うものである。また、解析用情報の作成にあたって、単一の品種ではデータの数が集まらず解析ができないような場合には、同一製造条件の品種をひとつくとりし、「品種グループ」としてまとめて解析することにより、多品種少量生産に対応できるようにする。さらに、製造装置の履歴情報が残っていない場合には、仮の製造装置を登録することにより、データ抜けに対する事前のデータ加工と人の判断を省いて自動的に抽出処理ができるようにする。このようにして、半導体製造工場の拡散工程のような複雑な加工プロセスにおける品質の低下に対して、実態に即して迅速にかつ誰でもが、収集管理されている品質結果情報と、製造装置の履歴、製造条件及びインライン測定値等の品質に影響を与える情報との因果関係を自動的に解析できるようにしている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、品質低下は、製造条件だけでなく、工程内滞留時間、製造装置のメンテナンス時期、オペレータ、製造装置内の位置といった加工する製品に直接関係する条件ではないが、加工するに当たり品質に影響を及ぼす可能性のある加工に関する付帯条件によっても発生する。従って、説明変数の項目に上述した製造条件及び付帯条件を説明変数として加えて分析する必要がある。しかし、従来の例では、付帯条件については通常から収集管理されていないため、付帯条件を含めた原因の解析はなされていなかった。

【0005】本発明は、品質低下の要因を迅速にかつ自動的に抽出できる加工プロセスにおける異常の抽出方法及びその装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の加工プロセスにおける異常の抽出方法は、複数の製造装置を用いて製品を加工する加工プロセスにおける異常の抽出方法であって、前記加工プロセスにより加工される製品の品質結果情報と製造条件及び付帯条件との間の因果関係を解析するために多段階多変量解析を行うことを特徴とする。さらに、製造条件や付帯条件が不明な場合は、仮の製造条件や仮の付帯条件を用いて前記多段階多変量解析を行なうのが望ましい。

【0007】この異常の抽出方法によれば、製造条件及び付帯条件を説明変数としているため、付帯条件を含む品質異常に影響する要因を全て網羅して解析を実施できる。従って、迅速に解析を実施して品質異常の要因を従来以上に精度よく抽出することができる。また、仮の製

造条件及び仮の付帯条件を用いることで、製造条件や付帯条件のデータが不明の場合でも事前のデータ加工と人の判断を省くことができる。従って、この場合においても自動的に異常を抽出できる。

【0008】また、本発明の加工プロセスにおける異常の抽出装置は、複数の製造装置を用いて製品を加工する加工プロセスにおける異常の抽出装置であって、前記加工プロセスにより加工される製品の品質結果情報データと、製造条件データと、付帯条件データとを記憶する記憶手段、前記記憶手段に記憶された製品の品質結果情報データと、製造条件データ及び付帯条件データとの間の因果関係を解析して異常を抽出する多段階多変量解析手段とを備えている。この異常の抽出装置によれば、記憶手段に記憶した製品の品質結果情報データと、製造条件データ及び付帯条件データとから、多段階多変量分析手段により自動的にかつ迅速に精度の高い異常の抽出ができる。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の加工プロセスにおける異常の抽出方法及びその装置の好適な実施例について、半導体製造の拡散工程における品質低下の要因の抽出を例として図1ないし図7を参照しつつ説明する。

【0010】《実施例》図1は本発明の実施例における拡散工程の異常の抽出装置の構成を示すブロック図である。図2はこの実施例における拡散工程を示す図である。図3は図2のオペレーション1ないしmに用いる、製造装置1ないしmのロット1及び2との関連を示す図である。図4は品質結果情報の一例の平均歩留まりの時間的な推移を示すグラフである。図1において、この実施例の抽出装置は、異常抽出の解析を行うために必要なパラメータを入力する入力装置1と、品質結果情報データ、製造条件データ、製造付帯条件データ及び解析結果情報を記憶しておく記憶装置2とが、異常抽出の解析を行う多段階多変量解析装置4を有する中央処理装置3に接続されている。さらに、中央処理装置3には、抽出結果などを表示又は印字する表示装置や印字装置等の出力装置5が接続されている。

【0011】ここに、品質結果情報データとは、中間検査工程で得られたロット毎の歩留まり情報や測定された電気的特性情報等のデータである。製造条件データとは、各製造装置に設定されている気体の圧力や流量等の設定値データである。付帯条件データとは、工程内の滞留時間、製造装置がメンテナンスされた時期、製造装置を操作したオペレータ等の加工に関する付帯条件の情報データである。解析結果情報とは、多段階多変量解析装置4による解析により抽出された異常の情報データである。多段階多変量解析装置4は、記憶装置2から必要な情報を検索するためのデータ検索部4A、検索したデータから解析用のデータを作成する解析用データ作成部4B、異常な製造条件を抽出するための自動抽出処理部4

C、これらの処理の制御を行う中央制御部4D及び各処理の作業データの記憶と受け渡しをするための作業用データ記憶部4Eを備えている。

【0012】図2及び図3において、拡散工程の個々の作業を表すオペレーション1ないしオペレーションmの各オペレーションにおいて、それぞれ装置1号機から装置n号機の製造装置を用いて太い実線で示すロット1及び細い実線で示すロット2の製品が加工される。例えば、熱拡散処理作業で製造装置としてn台の拡散炉を使用する場合、装置として拡散炉1号機から拡散炉n号機が使用されるものとする。その際、各オペレーションにおける各製造装置の気体の圧力や流量といった製造条件データと、工程内の滞留時間、製造装置がメンテナンスされた時期及び製造装置を操作したオペレータ等の加工付帯条件データとが記憶装置2に蓄積される。また、中間検査工程において各ロットの加工歩留まりや電気的特性が測定され、品質結果情報データとして記憶装置2に蓄積される。

【0013】図4のように、解析指定対象期間において拡散工程で加工された製品の平均歩留まりが低下した場合に、歩留まり情報と製造条件及び付帯条件との間の因果関係を解析し、歩留まり低下に影響する製造条件や付帯条件を抽出する処理における、多段階多変量解析装置の動作について図5ないし図7を参照して説明する。図5は、多段階多変量解析装置4のデータ検索部4Aと作業用データ記憶部4Eとの関連の詳細を示すブロック図である。図6は、多段階多変量解析装置4の解析用データ作成部4Bと作業用データ記憶部4Eとの関連の詳細を示すブロック図である。図7は、多段階多変量解析装置4の自動抽出処理部4Cと作業用データ記憶部4Eとの関連の詳細を示すブロック図である。

【0014】データ検索部4Aの動作について図5を参照して説明する。図5に示すように、解析するためのパラメータとして解析指定対象期間及び対象品種等を入力装置1からパラメータ入力部11に入力して設定する。解析用データ検索部12は、パラメータ入力部11に設定されたパラメータに基づいて、記憶装置2からロット1やロット2における拡散工程での製造条件及び付帯条件と、中間検査工程で測定された歩留まり情報とを検索して、それぞれのデータを作成する。なお、ロット2のように拡散工程内で加工方法が2つに分割されている場合は、製造条件及び付帯条件と歩留まり情報との組み合わせのデータを2組作成する。解析用データ検索部12で作成されたそれぞれのデータは、作業用データ記憶部4Eの製造条件記憶部51、付帯条件記憶部52及び歩留まり情報記憶部53にそれぞれ記憶される。

【0015】次に、解析用データ作成部4Bの動作について図6を参照して説明する。図6に示すように、解析1は、作業用データ記憶部4Eの製造条件記憶部51及び付帯条件記憶部52から解析に用いるそれぞれのデー

タを読み込む。解析不良データ処理部 21 は、読み込んだ製造条件や付帯条件のデータ値が 1 つしかないような解析上ふさわしくない項目を削除して補正製造条件記憶部 54 に登録する。また、解析不良データ処理部 21 は、製造条件データや付帯条件データが不明の場合は、仮の製造条件データや仮の付帯条件データを設定し補正製造条件記憶部 54 に登録する。説明変数データ作成部 22 は、補正製造条件記憶部 54 から読み込んだデータを先頭から一定数の製造条件及び付帯条件のデータだけを抜き出す。抜き出したデータを歩留まり情報記憶部 53 の品質結果情報データと組み合わせ、解析用データ記憶部 55 に登録する。製造条件及び付帯条件を一定数ずつに分割し、端数となった製造条件や付帯条件については最後の製造条件や付帯条件からさかのぼって一定数となるようにする。分割した製造条件及び付帯条件を、歩留まり情報記憶部 53 の品質結果情報データと組み合わせ、解析用データ記憶部 55 に登録する。

【0016】次に、自動抽出処理部 4C の動作について図 7 を参照して説明する。図 7 に示すように、一次多変量解析処理部 31 では、解析用データ記憶部 55 から一定数に分割された製造条件や付帯条件毎に解析用データを読み込み、歩留まり情報データを目的変数、製造条件及び付帯条件を説明変数とした重回帰分析を実行する。このようにして、変数増減法により分散比 F 値が高い製造条件や付帯条件の組を抽出して、仮解析結果データとする。なお、オペレータ等の質的変数は、数量化 I 類により数値データに変換して実施する。このとき、多重共線性異常が発生した場合は、その製造条件や付帯条件の組を解析の範囲から取り除き、仮解析結果データの信頼性を向上させている。その仮解析結果データは仮解析結果記憶部 56 に登録される。順次、すべての分割された解析用データに関して一次多変量解析処理部 31 で解析処理を行い、その仮解析結果データを仮解析結果記憶部 56 に登録する。

【0017】次に、二次多変量解析処理部 32 は、仮解析結果記憶部 56 から各分割された仮解析結果データを読み込み、抽出された製造条件や付帯条件に対して一次多変量解析処理部 31 と同様の処理を行う。このようにして、分散比 F 値の高い製造条件及び付帯条件を抽出して解析結果データとして解析結果記憶部 57 に登録する。解析結果表示処理部 33 は、解析結果記憶部 57 の解析結果データを参照し製造条件及び付帯条件毎の分散比 F 値の結果グラフ、製造装置別の平均歩留まり、歩留まり分布グラフ等の解析結果データを表示装置や印字装置を有する出力装置 5 により出力する。データ保存処理部 34 は、記憶装置 2 に上記解析結果データ及びパラメータを登録して、必要に応じて解析結果の再表示及びパラメータを変更して前述の解析処理を再度実行することを可能にしている。以上説明した実施例では、歩留まり情報と製造条件及び付帯条件との間の因果関係を解析

し、歩留まり低下の要因を抽出する処理について説明した。しかし、歩留まり情報が電氣的特性情報であって同様であるのはいうまでもない。また、一次、二次の 2 段階の多変量解析を実施した例について説明したが、説明変数の数に応じて、さらに多段階の多変量解析を実施することができる。

#### 【0018】

【発明の効果】本発明の加工プロセスにおける異常の抽出方法及びその装置によれば、半導体製造の拡散工程のような複雑な加工プロセスで加工される製品の品質の低下等に対して、迅速にかつ誰でもが品質結果情報と製造条件及び付帯条件との間の因果関係を自動的に解析して異常を抽出できる。その結果として、歩留まりの向上に対して適確な対応が可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例の加工工程における異常の抽出装置のブロック図である。

【図 2】本発明の実施例における拡散工程の作業フローを示す図である。

【図 3】図 2 の拡散工程におけるロットと各オペレーションに用いる製造条件及び付帯条件との関連を示す図である。

【図 4】本発明の実施例における製品の歩留まりの推移を示すグラフである。

【図 5】本発明の実施例におけるデータ検索処理部と作業用データ記憶部との関係を示すブロック図である。

【図 6】本発明の実施例における解析用データ作成処理部と作業用データ記憶部と関係を示すブロック図である。

【図 7】本発明の実施例における自動抽出処理部と作業用データ記憶部との関係を示すブロック図である。

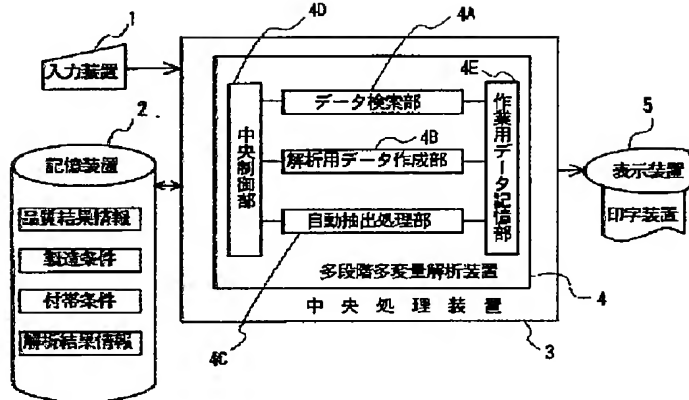
#### 【符号の説明】

- 1 入力装置
- 2 記憶装置
- 3 中央処理装置
- 4 多段階多変量解析装置
- 5 出力装置
- 4A データ検索部
- 11 パラメータ入力部
- 12 解析用データ検索部
- 4B 解析用データ作成部
- 21 解析不良データ処理部
- 22 説明変数データ作成部
- 4C 自動抽出処理部
- 31 一次多変量解析処理部
- 32 二次多変量解析処理部
- 33 解析結果表示処理部
- 34 データ保存処理部
- 4D 中央制御部
- 4E 作業用データ記憶部

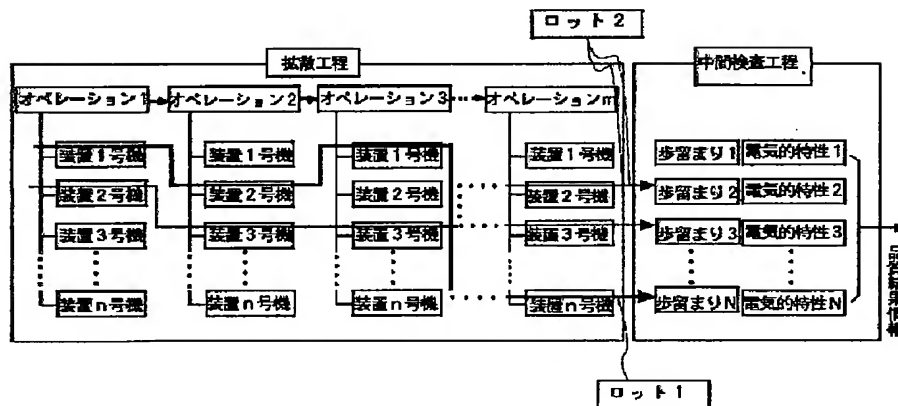
- 5 1 製造条件記憶部
- 5 2 付帯条件記憶部
- 5 3 歩留まり情報記憶部
- 5 4 補正製造条件記憶部

- 5 5 解析用データ記憶部
- 5 6 仮解析結果記憶部
- 5 7 解析結果記憶部

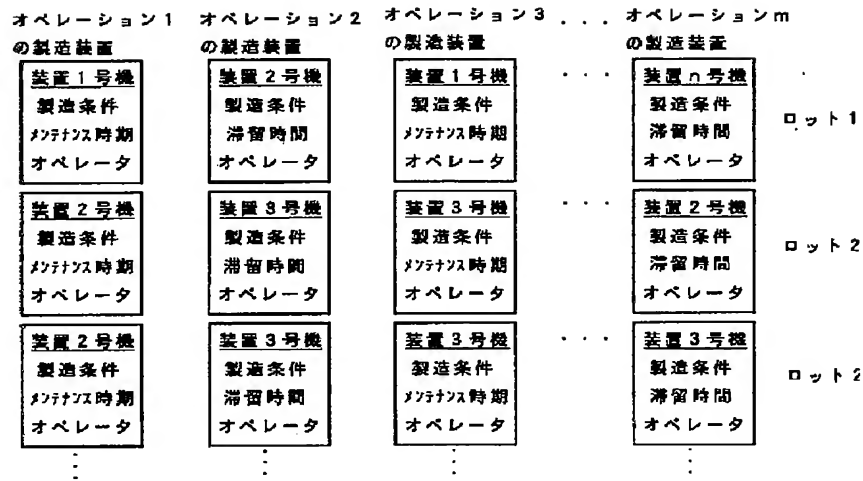
【図1】



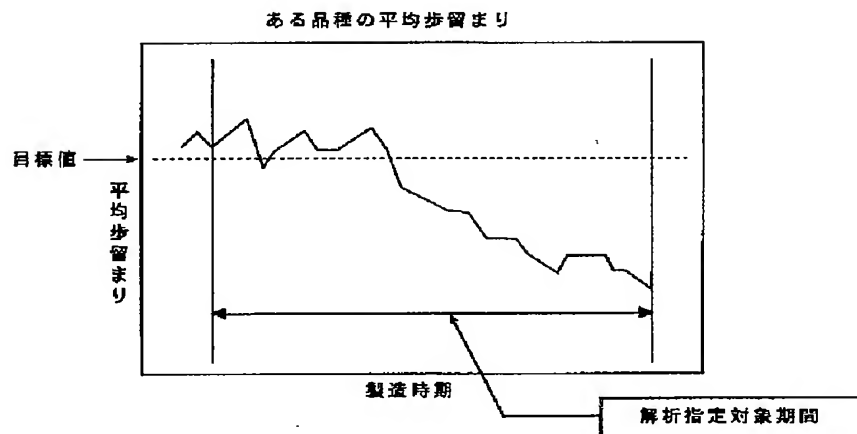
【図2】



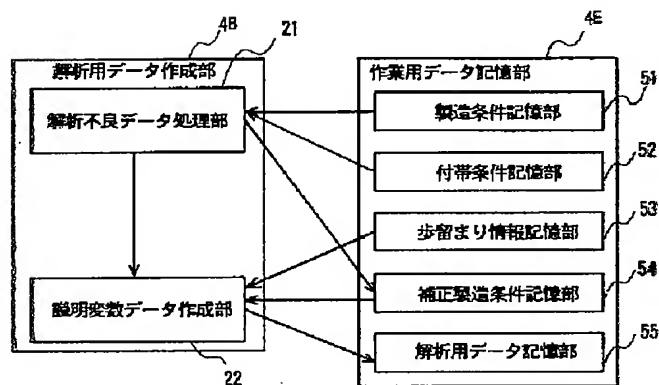
【図3】



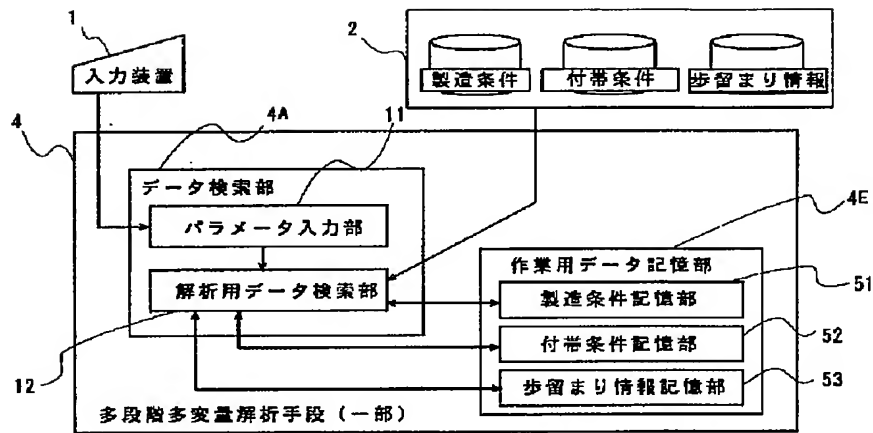
【図4】



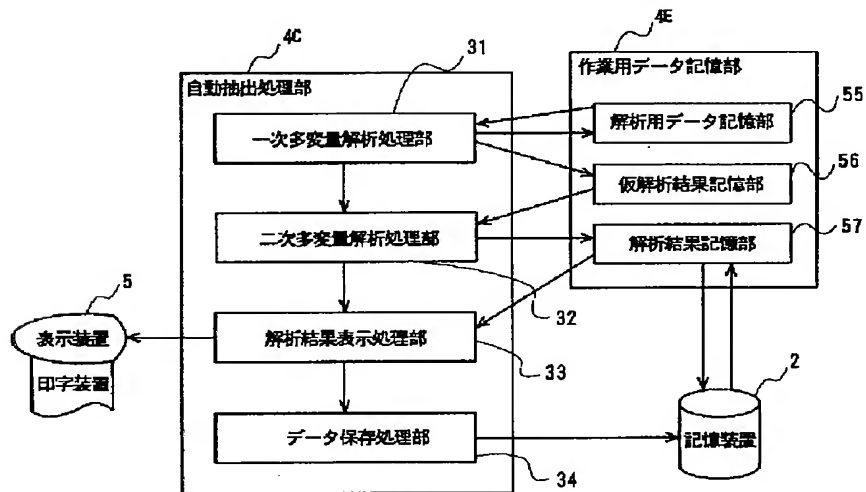
【図6】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(72) 発明者 下田 利一  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

Fターム(参考) 3C042 RH01 RJ08 RJ13 RJ20 RL11